

EVALUASI REKAYASA LALU LINTAS DI BUNDRAN LALU LINTAS (STUDI KASUS: BUNDRAN LALU LINTAS PATUNG SAM RATULANGI)

Prilia Meilany Prihono

Semuel Y. R. Rompis, Joice E. Waani

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: priliameilany@gmail.com

ABSTRAK

Rekayasa lalu lintas pada persimpangan bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi diharapkan mampu memberikan kelancaran dan kenyamanan berlalu lintas. Hal ini disebabkan karena berkurangnya jumlah titik konflik, yakni arus lalu lintas yang memotong arus lalu lintas yang lain, yang menambah peluang terjadi kemacetan pada persimpangan.

Dalam penelitian ini penulis melakukan evaluasi penutupan jalur di bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi dari arah jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) menuju ke jalan Bethesda. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 digunakan untuk meninjau kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

Hasil evaluasi dengan data volume arus lalu lintas maksimum pada bundaran di lokasi studi menunjukkan kapasitas bundaran lalu lintas bagian jalinan Jl. Bethesda – Jl. Pramuka tidak lagi mampu menampung volume arus lalu lintas yang melewatinya terutama pada jam puncak dilihat dari derajat kejenuhan yang melebihi batas maksimum yakni 0.75. Dengan adanya penutupan jalur terjadi kelancaran dibagian jalinan Jl. Sam Ratulangi Ranotana – Jl. Bethesda dan Jl. Sam Ratulangi Wanea Plaza – Jl. Sam Ratulangi Ranotana dilihat dari nilai derajat kejenuhan, nilai tundaan lalu lintas, dan nilai peluang antrian yang lebih kecil dibandingkan tanpa penutupan jalur.

Kata kunci: *persimpangan bundaran, kapasitas, derajat kejenuhan, MKJI, antrian, tundaan*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semakin besarnya volume pertumbuhan lalu lintas, persimpangan di bundaran patung Sam Ratulangi tidak lagi mampu menampung arus kendaraan yang melintasinya. Kondisi ini menimbulkan antrian kendaraan yang panjang di bundaran tersebut terutama saat jam sibuk. Ini berarti terjadi tundaan pada kendaraan yang dapat mempengaruhi kapasitas dan tingkat pelayanan simpang.

Berbagai cara telah dilakukan oleh pihak kepolisian untuk mengurai kemacetan tersebut seperti penertiban lalu lintas, memasang *plastic road barrier* di jalan Bethesda, dan melakukan rekayasa lalu-lintas dengan melakukan pengalihan arus lalu lintas dari Jl. Sam Ratulangi (arah Wanea Plasa) yang akan menuju Jl. Bethesda harus melalui Jl. Sam Ratulangi (arah Ranotana).

Penelitian ini mengevaluasi keefektifan rekayasa lalu lintas pada bundaran Patung Sam Ratulangi khususnya penutupan jalur.

Berdasarkan latar belakang pemikiran diatas, dilakukan penelitian dengan judul: *Evaluasi Rekayasa Lalu Lintas di Bundaran Lalu Lintas Patung Sam Ratulangi*”

Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan memperjelas penyelesaian sehingga mudah di pahami, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di Bundaran Patung Sam Ratulangi.
2. Hasil evaluasi meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan dan peluang antrian.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengevaluasi evektifitas penerapan rekayasa lalu lintas khususnya penutupan jalur dalam mengurai kemacetan yang terjadi di simpang bundaran Patung Sam Ratulangi.
2. Memberikan solusi alternatif dalam mengendalikan kemacetan di bundaran Patung Sam Ratulangi.

Manfaat Penelitian

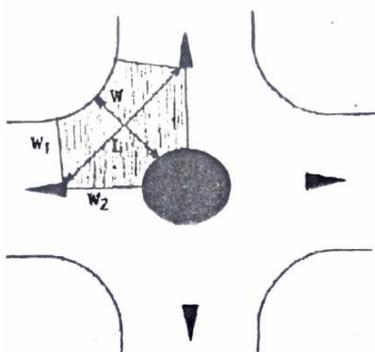
1. Untuk pemerintah dan masyarakat:
Hasil evaluasi kinerja simpang bundaran Patung Sam Ratulangi ini diharapkan menjadi pertimbangan bagi pemerintah apakah melakukan rekayasa lalu lintas khususnya dengan penutupan jalur dari Jl. Sam Ratulangi (Wanea Plaza) menuju Jl. Bethesda merupakan solusi yang efisien dalam mengendalikan arus lalu lintas terutama pada saat jam sibuk.
2. Untuk disiplin ilmu:
Sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan masalah kemacetan di persimpangan berbundaran beserta solusinya.

STUDI PUSTAKA

Sistem Pengendalian Lalu Lintas

Sistem pengendalian lalu lintas yang mejadi pembahasan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan bundaran lalu lintas. Bundaran (*roundabout*) merupakan salah satu jenis pengendalian persimpangan yang umumnya dipergunakan pada daerah perkotaan dan luar kota sebagai titik pertemuan antara beberapa ruas jalan dengan tingkat arus lalu-lintas relatif lebih rendah dibandingkan jenis persimpangan bersinyal maupun persimpangan tidak bersinyal.

Salter (1995), mengatakan bahwa bundaran biasanya digunakan di daerah pusat perkotaan yang secara tradisional digunakan untuk memutuskan konflik antara pejalan kaki dengan arus lalulintas di daerah yang terbuka luas. Bundaran lebih disukai karena dapat mengurangi tundaan dan memungkinkan banyak kendaraan memotong simpang tanpa harus berhenti total (MKJI, 1997).



Gambar 1. Bagian Jalinan Bundaran
Sumber: MKJI, 1997

Keterangan:

- W_W = Lebar Jalinan
- L_W = Panjang Jalinan
- $W1/W2$ = Lebar Pendekat

Masalah Kemacetan di Bundaran

Dalam menyelesaikan masalah kemacetan yang terjadi di bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi, dilakukan rekayasa lalu lintas berupa penutupan jalur dari arah jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) menuju ke jalan Bethesda dialihkan melalui jalan Sam Ratulangi (Ranotana).

Teori Persimpangan Tak Bersinyal

Metode dan prosedur yang diuraikan dalam MKJI 1997 mempunyai dasar empiris. Alasannya adalah bahwa perilaku lalu lintas pada simpang tak bersinyal dalam hal aturan memberi jalan disiplin lajur dan aturan antri sangat sulit digambarkan dalam suatu model perilaku, perilaku pengemudi yang berbeda.

Kapasitas

Kapasitas bundaran pada keadaan lalu-lintas lapangan ditentukan oleh hubungan antara semua gerakan dan kondisi lapangan, didefinisikan sebagai arus lalu-lintas total pada saat bagian jalinan yang pertama mencapai kapasitasnya. Dengan rumus:

$$C = 135 \times W_W^{1.3} \times (1 + W_E/W_W)^{1.5} \times (1 - P_W/3)^{0.5} \times (1 + W_W/L_W)^{-1.8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Keterangan:

- Faktor $W_W = 135 \times W_W^{1.3}$ = Rasio lebar jalinan
- Faktor $W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1.5}$ = Rasio lebar masuk rata-rata jalinan
- Faktor $(P_W) = (1 - \frac{P_W}{3})^{0.5}$ = Rasio menjalin
- Faktor $\frac{W_W}{L_W} = (1 + W_W/L_W)^{-1.8}$ = Rasio panjang jalinan
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota
- F_{RSU} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan yaitu rasio arus terhadap kapasitas. Perilaku lalu-lintas bagian jalinan berkaitan dengan derajat kejenuhan (DS). Batas maksimum derajat kejenuhan menurut MKJI 1997 adalah 0.75. Dengan rumus:

$$DS = Q_{TOT}/C$$

Keterangan:

- Q_{TOT} = Arus masuk bagian jalinan (smp/jam)
- C = Kapasitas (smp/jam)

Tundaan

Tundaan lalu-lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu-lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Tundaan lalu-lintas ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan lalu-lintas dan derajat kejenuhan. Dengan rumus:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1-DS) \times 2 \text{ (det/smp)}$$

jika $DS \leq 0.6$

$$DT = \frac{1}{(0.59186 - 0.52525 \times DS)} - (1-DS) \times 2 \text{ (det/smp)}$$

jika $DS \geq 0.6$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

Peluang Antrian

Menurut MKJI 1997, peluang antrian bagian jalinan dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan (DS).

Dengan rumus:

Batas atas

$$QP\% = 26.65 \times DS - 55.55 \times DS^2 + 108.7 \times DS^3$$

Batas bawah

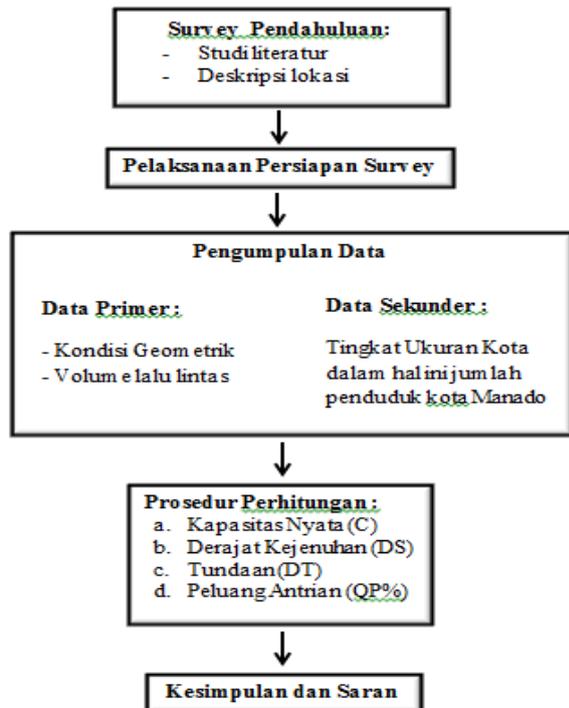
$$QP\% = 9.41 \times DS + 29.967 \times DS^{4.619}$$

Keterangan:

DS = Derajat kejenuhan

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geometrik Bagian Jalinan

Data mengenai ukuran (panjang dan lebar) jalinan pada lokasi bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi.

Tabel 1. Ukuran Geometrik

Bagian Jalinan	W_1	W_2	W_W	L_W	W_E	$\frac{W_E}{W_W}$	$\frac{W_W}{L_W}$
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(5)	(3)
	(1)+(2)		(3)	(4)	(5)		(4)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
AB	12.3	5.3	11.5	32	8.8	0.765	0.359
BC	5	8	13	17.7	6.5	0.5	0.734
CD	6.3	15.5	10.5	43.5	10.9	1.038	0.241
DA	4.8	24.5	14.3	38	14.7	1.027	0.376

Faktor Lebar Jalinan (W_W)

Nilai variabel lebar jalinan (W_W) diperoleh langsung dari hasil pengukuran di lapangan dengan menggunakan *Roll meter*.

$$\text{Faktor } W_W = 135 \times W_W^{1.3}$$

Tabel 2. Faktor Lebar Jalinan

Jalinan	W_W	$135W_W^{1.3}$
AB	11.5 m	3230
BC	13 m	3788
CD	10.5 m	2869
DA	14.3 m	4288

Faktor rasio lebar masuk rata-rata/lebar jalinan (W_E/W_W)

Nilai variabel W_E/W_W diperoleh dari hasil pembagian antara nilai lebar masuk rata-rata (W_E) dengan nilai lebar jalinan (W_W).

$$\text{Faktor } W_E/W_W = (1 + W_E/W_W)^{1.5}$$

Tabel 3. Faktor W_E/W_W

Jalinan	W_E/W_W	$(1 + W_E/W_W)^{1.5}$
AB	0.765	2.345
BC	0.5	1.837
CD	1.038	2.909
DA	1.027	2.886

Faktor rasio menjalin (P_W)

Nilai variabel rasio menjalin (P_W) diperoleh dari hasil pembagian antara arus menjalin (Q_W) smp/jam dengan arus masuk bagian jalinan (Q_{TOT}) smp/jam.

$$\text{Faktor } (P_W) = (1 - \frac{P_W}{3})^{0.5}$$

Tabel 4. Faktor Rasio Menjalani

Hari/tanggal	Bagian Jalanan	rasio menjalan (P_w)	$(1 - P_w/3)^{0.5}$
Senin, 19-Feb-2018	AB	0.800	0.856
	BC	0.511	0.911
	CD	0.765	0.863
	DA	0.537	0.906
Rabu, 21-Feb-2018	AB	0.807	0.855
	BC	0.510	0.911
	CD	0.772	0.862
	DA	0.491	0.915
Sabtu, 24-Feb-2018	AB	0.743	0.867
	BC	0.494	0.914
	CD	0.738	0.868
	DA	0.538	0.906
Senin, 26-Feb-2018	AB	0.667	0.882
	BC	0.508	0.911
	CD	0.753	0.865
	DA	0.363	0.938
Rabu, 28-Feb-2018	AB	0.660	0.883
	BC	0.503	0.912
	CD	0.756	0.865
	DA	0.367	0.937
Sabtu, 03-Mar-2018	AB	0.575	0.899
	BC	0.588	0.897
	CD	0.792	0.858
	DA	0.321	0.945

Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS})

Penduduk kota Manado tahun 2017 (BPS) adalah 430.133 jiwa. Berdasarkan tabel 5., maka kota Manado sebagai kota kecil dimana nilai F_{CS} adalah 0.88.

Tabel 5. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{CS})
Sangat kecil	< 0.1	0,82
Kecil	0.1 – 0.5	0,88
Sedang	0.5 – 1.0	0,94
Besar	1.0 – 3.0	1,00
Sangat besar	> 3.0	1,05

Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{RSU})

- Jenis lingkungan dikategorikan komersil
- Hambatan samping dikategorikan tinggi
- Rasio kendaraan tak bermotor 0.00

Tabel 6. Faktor F_{RSU}

Kelas tipe lingkungan jalan (RE)	Kelas hambatan samping (SF)	Rasio kendaraan tak bermotor (P_{UM})					
		0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
Komersial	Tinggi	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
	Sedang	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,70
	Rendah	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,71
Permukiman	Tinggi	0,96	0,91	0,86	0,82	0,77	0,72
	Sedang	0,97	0,92	0,87	0,82	0,77	0,73
Akses terbatas	Rendah	0,98	0,93	0,88	0,83	0,78	0,74
	Tinggi/sedang/rendah	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75

Berdasarkan Tabel 6. tersebut maka nilai Faktor F_{RSU} adalah 0.93.

Kapasitas

Untuk menghitung kapasitas bundaran lalu lintas patung Sam Ratulangi dengan menggunakan rumus:

$$C = 135 \times W_w^{1.3} \times (1 + W_e/W_w)^{1.5} \times (1 - p_w/3)^{0.5} \times (1 + W_w/L_w)^{-1.8} \times F_{CS} \times F_{RSU}$$

Tabel 7. Perbandingan kapasitas sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

Bagian jalinan	C Sebelum dilakukan penutupan (smp/jam)			C Sesudah dilakukan penutupan (smp/jam)		
	Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
AB	3056	3053	3096	3149	3153	3210
BC	1925	1925	1931	1925	1927	1895
CD	3997	3992	4020	4006	4006	3973
DA	5166	5217	5166	5348	5343	5388

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan yaitu rasio arus terhadap kapasitas. Perilaku lalu-lintas bagian jalinan berkaitan dengan derajat kejenuhan (DS). Batas maksimum derajat kejenuhan menurut MKJI 1997 adalah 0.75 dengan rumus:

$$DS = Q_{TOT}/C$$

Tabel 8. Perbandingan derajat kejenuhan sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

Bagian jalinan	D_S Sebelum dilakukan penutupan			D_S Sesudah dilakukan penutupan		
	Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
AB	0.732	0.661	0.538	0.595	0.574	0.430
BC	1.088	0.671	0.760	1.066	1.048	0.937
CD	0.614	0.405	0.466	0.614	0.599	0.543
DA	0.469	0.440	0.316	0.414	0.382	0.302
DS_R	1.088	0.671	0.760	1.066	1.048	0.937

Tundaan Bagian Jalinan (DT)

Tundaan lalu-lintas bagian jalinan adalah tundaan rata-rata lalu-lintas per kendaraan yang masuk ke bagian jalinan. Dengan rumus:

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1-DS) \times 2 \text{ (det/smp)}$$

jika $DS \leq 0.6$

$$DT = \frac{1}{(0.59186 - 0.52525 \times DS)} - (1-DS) \times 2 \text{ (det/smp)}$$

jika $DS \geq 0.6$

Tabel 9. Perbandingan tundaan bagian jalinan sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

Bagian jalinan	DT Sebelum dilakukan penutupan (det/smp)			DT Sesudah dilakukan penutupan (det/smp)		
	Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
AB	4.12	3.41	2.52	2.79	2.69	2.02
BC	49.22	3.52	4.71	31.44	24.25	9.90
CD	2.88	1.90	2.18	2.88	2.81	2.55
DA	2.20	2.06	1.48	1.94	1.79	1.42

Tundaan Lalu Lintas Bundaran (DT_R)

Tundaan lalu-lintas bundaran adalah tundaan rata-rata per kendaraan yang masuk kedalam bundaran dengan rumus:

$$DT_R = \sum \frac{DT}{Q_{masuk}} \text{ (det/smp)}$$

Tabel 10. Perbandingan tundaan lalu lintas bundaran sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

DT_R Sebelum penutupan jalur			DT_R Sesudah penutupan jalur		
Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
26.71	4.26	3.07	17.26	14.32	7.22

Tundaan Bundaran (D_R)

Tundaan bundaran adalah tundaan lalu lintas rata-rata per kendaraan masuk bundaran ditambah dengan tundaan geometrik rata-rata (4 det/smp) dengan rumus:

$$D_R = DT_R + 4 \text{ (det/smp)}$$

Tabel 11. Perbandingan tundaan bundaran sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

DT_R Sebelum penutupan jalur			DT_R Sesudah penutupan jalur		
Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
30.71	8.26	7.07	21.26	18.32	11.22

Peluang Antrian Bagian Jalinan (QP%)

Menurut MKJI 1997, peluang antrian bagian jalinan dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan derajat kejenuhan (DS).

Batas atas

$$QP\% = 26.65 \times DS - 55.55 \times DS^2 + 108.7 \times DS^3$$

Batas bawah

$$QP\% = 9.41 \times DS + 29.967 \times DS^{4.619}$$

Tabel 12. Perbandingan peluang antrian bagian jalinan sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

Bagian Jalinan	QP% Sebelum penutupan			QP% Sesudah penutupan		
	Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
AB	14-32	11-25	7-15	8-19	8-18	5-10
BC	55-100	11-26	16-36	50-97	47-92	31-66
CD	9-21	4-9	5-11	9-21	8-19	7-15
DA	5-11	5-10	3-6	4-9	4-8	3-6

Peluang Antrian Bundaran ($QP_R\%$)

Peluang antrian bundaran dihitung dari hubungan empiris antara peluang antrian dan total derajat kejenuhan dari seluruh bagian jalinan dengan rumus:

$$QP_R\% = \text{mask. } QP\%$$

Tabel 13. Perbandingan peluang antrian bundaran sebelum dan sesudah dilakukan penutupan jalur

$QP_R\%$ Sebelum penutupan jalur			$QP_R\%$ Sesudah penutupan jalur		
Senin-19	Rabu-21	Sabtu-24	Senin-26	Rabu-28	Sabtu-03
55-103	11-26	16-36	50-97	47-92	31-66

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

- Penutupan jalur arah jalan Sam Ratulangi Wanea Plaza ke jalan Bethesda (D-B) memberikan kelancaran arus lalu lintas di jalan Sam Ratulangi Ranotana ke jalan Bethesda (A-B) dan juga kelancaran di jalan Sam Ratulangi Wanea Plaza ke jalan Sam Ratulangi Ranotana (D-A) dilihat dari menurunnya nilai derajat kejenuhan dan nilai tundaan.
- Derajat kejenuhan bagian jalinan AB pada hari Senin, Rabu dan Sabtu sebelum dilakukan penutupan jalur 0.732, 0.661, dan 0.538, sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur nilai derajat kejenuhan turun menjadi 0.595, 0.574 dan 0.430.
- Derajat kejenuhan bagian jalinan DA pada hari Senin, Rabu dan Sabtu sebelum dilakukan penutupan jalur 0.469, 0.440, dan 0.316, sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur nilai derajat kejenuhan turun menjadi 0.414, 0.382, dan 0.302.
- Tundaan bagian jalinan AB pada hari Senin, Rabu dan Sabtu sebelum dilakukan penutupan jalur 4.120 det/smp, 3.409 det/smp, 2.521 det/smp, sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur nilai tundaan turun menjadi 2.792 det/smp, 2.694 det/smp, 2.016 det/smp.
- Tundaan bagian jalinan DA pada hari Senin, Rabu dan Sabtu sebelum dilakukan penutupan jalur 2.198 det/smp, 2.062 det/smp, 1.483 det/smp, sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur nilai tundaan turun menjadi 1.940 det/smp, 1.790 det/smp, 1.417 det/smp.
- Diperlukan perhatian khusus dibagian jalinan BC terutama saat jam puncak karena dari hasil perhitungan didapatkan nilai derajat kejenuhan sebelum dilakukan penutupan jalur

pada hari Senin, Rabu dan Sabtu yaitu 1.088, 0.671, dan 0.760 sedangkan pada hari Senin, Rabu dan Sabtu setelah dilakukan penutupan jalur 1.066, 1.048 dan 0.937 yang artinya telah melewati batas maksimum derajat kejenuhan menurut MKJI 1997 yaitu 0.75.

Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan antara lain sebagai berikut:

- Pada jalan Bethesda dan jalan Pramuka mempunyai kapasitas ruas menyelip yang tersedia sudah mengkhawatirkan, maka sebaiknya dilakukan perubahan rancangan dimensi geometrik dilihat dari hasil perhitungan derajat kejenuhan sebelum dan sesudah penutupan jalur yang telah melewati batas maksimum derajat kejenuhan yaitu 0.75.
- Dari hasil evaluasi kapasitas ruas menyelip antara jalan pramuka dan jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) dengan kapasitas ruas menyelip antara jalan Sam Ratulangi (Ranotana) dan jalan Bethesda walaupun masih dianggap layak menampung volume lalu lintas yang lewat, namun nilai faktor rasio menjalin (P_W) cukup tinggi untuk jalan pramuka dan jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) berkisar 0.858 sampai 0.868 sedangkan untuk jalan Sam Ratulangi (Ranotana) dan jalan Bethesda berkisar 0.855 sampai 0.899

sebelum maupun sesudah penutupan jalur. Nilai P_W ini harus diusahakan tidak meningkat atau sebaiknya diturunkan agar kestabilan arus terjaga. Dalam hal ini harus diperhatikan arus lalu lintas belok kanan yang bergerak dari arah jalan Sam Ratulangi (Ranotana) menuju jalan Sam Ratulangi (Wanea Plaza) yang menjadi arus *weaving* dominan.

- Derajat kejenuhan bundaran didapat hasil sebelum penutupan jalur 1.088, 0.671, dan 0.760, sesudah dilakukan penutupan jalur 1.066, 1.048, 0.937, rata-rata hasilnya menunjukkan telah melampaui batas nilai derajat kejenuhan menurut MKJI 1997 yaitu 0.75. Maka langkah-langkah yang dapat diambil adalah sebagai berikut :
 1. Memperbesar ukuran dimensi geometrik ruas menyelip.
 2. Bila ukuran dimensi geometrik sudah tidak dapat diubah, maka harus dilakukan pengaturan arus lalu lintas sehingga nilai P_W menurun. Hal ini dimungkinkan karena menurut MKJI 1997, nilai P_W mempengaruhi besar kecilnya kapasitas ruas menyelip.
 3. Bila langkah (1) dan (2) tidak dapat dilaksanakan maka dalam persimpangan tersebut harus digunakan lampu lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Direktorat Jendral Bina Marga. Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum.
- _____. 2017. *Kota Manado dalam Angka*, Badan Pusat Statistik Kota Manado.
- Dendo, E. T., 2014. *Kajian Tingkat Pelayanan Jalan Bundaran PU Kota Kupang*.
- Hobbs F. D., 1995. *Traffic Planning and Engineering*, Penerbit Pergamon Press.
- Khisty C. J, B. Kent Lall, 1998. *Persimpangan Sebidang dan Tidak Sebidang*, dalam Ahmad Deni Setiawan, 2009.
- Mario M. L. Moningga, 1998, *Penggunaan Bundaran dalam Mengendalikan Lalu Lintas Pada Persimpangan*.
- Saleh, P. A., U. J. Ratudiman, B. Pudjianto, Y. Wicaksono, 2015. *Analisis Dan Alternatif Solusi Lalu Lintas Di Bundaran Jalan Teuku Umar Denpasar*.
- Salter R. J., 1995. *Highway Traffic Analysis and Design*, Revised Edition, The Macmillan Press Ltd.